



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-400262

出 願 人

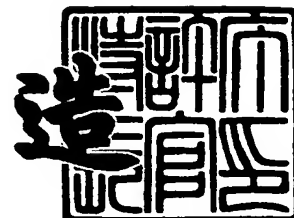
Applicant(s):

株式会社デンソー

2001年10月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3092491

【書類名】 特許願

【整理番号】 TIA1841

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02M 47/02

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 猪頭 敏彦

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 林 哲史

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

    【代表者】 岡部 弘

【代理人】

    【識別番号】 100067596

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 求馬

    【電話番号】 052-683-6066

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 006334

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9105118

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 油圧制御弁および燃料噴射弁

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電または磁歪アクチュエータの変位を油圧に変換し、該油圧を増減させることによって弁体を駆動して、該弁体により高压通路に連通する高压ポートと低压通路に連通する低压ポートのいずれか一方を選択的に閉鎖する油圧制御弁であって、上記アクチュエータにエネルギーを供給した時に上記低压ポートを開いて上記高压ポートを閉じ、該エネルギーを放出した時に上記高压ポートを開いて上記低压ポートを閉じる構成とし、かつ上記低压ポートを開く時に必要なエネルギーを、上記高压ポートを閉じる時に必要なエネルギーと同等ないしそれよりも大きくしたことを特徴とする油圧制御弁。

【請求項 2】 上記アクチュエータの変位によって油圧を増減させる油圧室と、該油圧室の油圧を受けて上記弁体を駆動するピストン部材を有し、上記低压ポートのシート面積を  $S_L$  ( $\text{mm}^2$ )、上記高压ポートのシート面積を  $S_H$  ( $\text{mm}^2$ )、上記油圧室の容積を  $V$  ( $\text{mm}^3$ )、上記油圧室内の作動油の体積弾性率を  $\gamma$  ( $\text{Kg/mm}^2$ )、上記ピストン部材の受圧面積を  $s$  ( $\text{mm}^2$ )、上記弁体が上記低压シートから上記高压シートに移動するためのリフト量を  $L$  ( $\text{mm}$ )、上記高压通路の圧力を  $P$  ( $\text{Kg/mm}^2$ ) とした時に、下記式

$$\begin{aligned} & S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \\ & \leq 1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \end{aligned}$$

の関係にある請求項 1 記載の油圧制御弁。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の油圧制御弁を備え、上記弁体の駆動によってノズルニードルに作用する油圧を制御することにより燃料噴射の開始および停止を制御することを特徴とする燃料噴射弁。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、圧電または磁歪アクチュエータを用いた油圧制御弁、およびこの油圧制御弁を内蔵する内燃機関の燃料噴射弁に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

ディーゼルエンジンのコモンレール式燃料噴射システムでは、各気筒に共通のコモンレール（蓄圧室）を設けて、高圧ポンプから圧送される高圧燃料を蓄圧し、所定の噴射時期に各気筒に燃料を噴射している。その燃料噴射弁に、近年、応答性の良好な圧電アクチュエータを駆動源とし、油圧を介して弁体を駆動する油圧制御弁を用いることが提案されている。かかる油圧制御弁は、例えば、圧電アクチュエータの伸縮に伴って変位する大径ピストンと小径ピストンの間に作動油を充填した変位拡大室を備え、大径ピストンの変位を変位拡大室および小径ピストンにより拡大して弁体に伝達する。

## 【 0 0 0 3 】

弁体は、コモンレールに連通する高圧ポートとドレイン通路に連通する低圧ポートのいずれか一方を選択的に閉鎖し、燃料噴射弁のノズルニードルの背圧を制御する。すなわち、弁体が低圧ポートを開いて高圧ポートを閉じると、ノズルニードルに背圧を与える制御室の圧力が低下し、ノズルニードルが上昇して噴孔から燃料が噴射される。逆に、弁体が高圧ポートを開いて低圧ポートを閉じると、制御室の圧力が再び上昇してノズルニードルが下降し、燃料噴射が停止される。

## 【 0 0 0 4 】

ところで、コモンレール式燃料噴射システムでは、エンジンの運転状態に応じて、高圧供給ポンプからコモンレールへの圧送量を調整して燃料噴射圧力を目標値に制御するとともに、算出された燃料噴射量となるように、燃料噴射弁を駆動している。従って、燃料の噴射開始・停止を制御する油圧制御弁の弁体の確実な作動が必要となる。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

油圧制御弁の弁体は、低圧ポートのシートに着座している時に高圧ポートの燃料圧を受けており、この燃料圧に抗して低圧ポートからリフトさせるために比較的大きなエネルギーを必要とする。従って、弁体が一且リフトすると、燃料圧がリフト方向にも作用することもあるが、高圧ポート方向に大きく移動するが、その

エネルギーは、高圧ポートを完全に閉鎖するには、必ずしも十分ではない。このため、弁体が両シートの中間の不安定な位置に浮遊して、所望の油圧制御が困難になったり、あるいは、高圧ポートとの間に僅かな隙間が生じて燃料リークが発生し、経年変化によりシートが磨耗するといったおそれがあった。

## 【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、圧電アクチュエータを用いた油圧制御弁において、弁体を低圧ポート側から高圧ポート側へ移動させる際に、弁体が中間の不安定な位置に浮遊したり、高圧ポートのシートとの間に隙間を生じたりすることがなく、確実な弁駆動を可能にして、燃料噴射弁の噴射量制御の信頼性を向上させることにある。

## 【 0 0 0 7 】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 の油圧制御弁は、圧電または磁歪アクチュエータの変位を油圧に変換し、該油圧を増減させることによって弁体を駆動して、該弁体により高圧通路に連通する高圧ポートと低圧通路に連通する低圧ポートのいずれか一方を選択的に閉鎖するものである。この油圧制御弁は、上記アクチュエータにエネルギーを供給した時に上記低圧ポートを開いて上記高圧ポートを閉じ、該エネルギーを放出した時に上記高圧ポートを開いて上記低圧ポートを閉じる構成としてあり、かつ上記低圧ポートを開く時に必要なエネルギーを、上記高圧ポートを閉じる時に必要なエネルギーと同等ないしそれよりも大きくしたことを特徴とする。

## 【 0 0 0 8 】

上記構成において、上記アクチュエータに、上記弁体が上記低圧ポートを開くのに必要なエネルギーを供給すると、上記弁体がリフトして高圧ポート方向へ移動を開始する。この時、供給されたエネルギーは、上記高圧ポートを閉じる時に必要なエネルギーと同じかそれよりも大きいため、上記弁体は、さらにエネルギーを追加供給することなく、上記高圧ポートのシートに着座してこれを完全に閉鎖する。従って、上記アクチュエータに上記低圧ポートを開くのに十分なエネルギーを供給すれば、必ず上記高圧ポートを閉じることができるので、弁体がシート中間の不安定な位置に浮遊したり、高圧ポートのシートとの間に隙間を生じた

りすることを防止できる。よって、確実な弁駆動を可能にし、また、経年変化によるシートの磨耗等を防止して、信頼性を大きく向上させることができる。

## 【0009】

請求項2のように、上記油圧制御弁は、具体的には、上記アクチュエータの変位によって油圧を増減させる油圧室と、該油圧室の油圧を受けて上記弁体を駆動するピストン部材を有する。そして、上記低圧ポートのシート面積を  $S_L$  ( $\text{mm}^2$ )、上記高圧ポートのシート面積を  $S_H$  ( $\text{mm}^2$ )、上記油圧室の容積を  $V$  ( $\text{mm}^3$ )、上記油圧室内の作動油の体積弾性率を  $\gamma$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )、上記ピストン部材の受圧面積を  $s$  ( $\text{mm}^2$ )、上記弁体が上記低圧シートから上記高圧シートに移動するためのリフト量を  $L$  ( $\text{mm}$ )、上記高圧通路の圧力を  $P$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ ) とした時に、下記式

$$\begin{aligned} S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \\ \leq 1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \end{aligned}$$

の関係にあるように、各部材を構成する。

## 【0010】

上記油圧制御弁において、上記高圧ポートを閉鎖するために必要なエネルギーは、 $S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$  で表される。一方、上記低圧ポートを開放するために必要なエネルギーは、 $1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$  となる。従って、 $S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \leq 1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$  が成立するように、上記油圧制御弁を構成すれば、請求項1の効果が確実に得られる。

## 【0011】

請求項3の発明は、請求項1または2に記載の油圧制御弁を備える燃料噴射弁であり、上記弁体の駆動によってノズルニードルに作用する油圧を制御することにより燃料噴射の開始および停止を制御する。上記油圧制御弁を適用することによって、ノズルニードルの昇降を適正に制御し、所望の燃料噴射量制御を実現する信頼性の高い燃料噴射弁が得られる。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態を図面に従って説明する。図1は、本発明を適用した油圧制御弁1を備える燃料噴射弁Vの構成を示す図で、例えば、ディーゼルエンジンのコモンレール噴射システムに好適に使用される。燃料噴射弁Vは、ノズルボディB1の先端に設けた噴孔11をノズルニードル12の上下動により開閉して、燃料の噴射を開始ないし停止する。噴孔11は、ノズルニードル12が上端位置にある時に開となり、高圧通路3に続く燃料溜まり31と導通して燃料が供給される一方、ノズルニードル12が下端位置にある時は閉となり、燃料溜まり31との導通が遮断されて燃料の供給が停止される。ノズルニードル12の下端位置は、ノズルニードル12が着座するノズルシート13によって決定され、上端位置はノズルボディB1上方のオリフィスプレートP1によって決定される。

## 【0013】

ノズルボディB1は、バルブ駆動装置1のハウジングHの下端にオリフィスプレートP1、P2を介して配設され、筒状のノズルホルダB2にて油密に固定される。高圧通路3は、燃料溜まり31から上方へ延び、オリフィスプレートP1、P2およびハウジングH内を経て外部のコモンレール（図略）に連通している。ハウジングH内には、また、外部の燃料タンク（図略）に連通する燃料戻し用の低圧通路としてのドレーン通路2が形成されている。ノズルニードル12の上端部とオリフィスプレートP1の間には、制御室4が形成され、ノズルニードル12は、制御室4内に配したスプリング41のばね力と制御室4の油圧によって常に閉方向（下方）へ付勢されている。

## 【0014】

制御室4の油圧は、油圧制御弁1の一部をなす3方弁5によって制御される。3方弁5は、ハウジングHの下端に形成した略円錐形の弁室51と略球形の弁体52からなり、弁室51はオリフィスプレートP1、P2を貫通する通路とその下端に設けたメインオリフィス42を介して制御室4と常に連通している。弁室51は、低圧ポートであるドレーンポート21と高圧ポート32の2つのポートを有し、弁室51内の弁体52が上方または下方に移動して上記2つのポートの一方を選択的に閉塞すると、他方が開放されて制御室4と導通する。ドレーンポ

ート21は弁室51上方に設けたスピル室22を介してドレーン通路2に連通し、オリフィスプレートP2を上下に貫通する高圧ポート32は、オリフィスプレートP2下端面に径方向に設けた溝33を介して高圧通路3に連通している。

## 【0015】

よって、弁体52がドレーンポート21を開いて高圧ポート32を閉じると、制御室4の燃料が弁室51からドレーンポート21を経て流出する。これにより、制御室4の圧力が低下してノズルニードル12の開弁圧以下となると、ノズルニードル12がノズルシート13から離れて燃料が噴射される。一方、弁体52が高圧ポート32を開いてドレーンポート21を閉じると、高圧ポート32から流入する燃料で制御室4の圧力が上昇し、ノズルニードル12が下降してノズルシート13に着座する。

## 【0016】

なお、制御室4は、高圧ポート32の下端に連通させてオリフィスプレートP1に設けたサブオリフィス43によって、3方弁5を介さずに高圧通路3と常に連通している。このサブオリフィス43は、高圧通路3からサブオリフィス43を経て制御室4に燃料を流入させることによって、噴射開始時には制御室4の圧力低下を緩和してノズルニードル12を緩やかに開弁させ、噴射終了時には圧力上昇を促進してノズルニードル12を迅速に閉弁させる作用がある。

## 【0017】

ここで、ドレーンポート21の弁室51への開口部は、円錐形状のドレーンシート53を形成しており、高圧ポート32の弁室51への開口部は、フラット形状の高圧シート54を形成している。このように一方をフラット形状とするのは、弁体52の軸ずれを許容するためである。弁体52は、いずれかのシート53、54に着座することにより対応するポートを閉塞するが、弁室51の圧力は常にドレーンポート21の圧力より高いため、弁体52はドレーンシート53に着座しているのが常態である。高圧シート54への着座力は、油圧制御弁1の小径ピストン18によって与えられる。次に、油圧制御弁1の詳細について説明する。

## 【0018】



油圧制御弁 1 は、ハウジング H の上端部内に収容される圧電アクチュエータ 14 を駆動源として有している。圧電アクチュエータ 14 の変位は、その下端に接して一体に設けたピエゾピストン 15 に伝達され、さらに大径ピストン 17 および油圧室である変位拡大室 6 を介してピストン部材である小径ピストン 18 に伝達される。圧電アクチュエータ 14 は公知の構成で、PZT 等の圧電体を積層してなり、外部からエネルギーを供給することによって伸長し、注入されたエネルギーを放出することによって収縮して、ピエゾピストン 15 を駆動する。ピエゾピストン 15 は、ピエゾシリンダ H1 内に摺動自在に配設され、細径のロッド 16 によって大径ピストン 17 に連結されている。大径ピストン 17 および小径ピストン 18 は、シリンダ形成部材 H2 に同軸的に形成した大径シリンダ H3、小径シリンダ H4 内にそれぞれ摺動自在に配設され、ロッド 16 は大径ピストン 17 の上面より上方に延びて、ピエゾピストン 15 の下面に圧入固定される。

## 【0019】

ピエゾピストン 15 下方の、ロッド 16 周りに形成される空間は、ドレーン通路 2 に連通する油溜まり室 7 となしてあり、スプリング 71 が収容されてピエゾピストン 15 を上方に付勢している。同時に、ピエゾピストン 15 と一体に連結される大径ピストン 17 もスプリング 71 によって上方に付勢される。これにより、ピエゾピストン 15 および大径ピストン 17 は、圧電アクチュエータ 14 の伸縮に応じて一体に上下動する。なお、ピエゾピストン 15 の外周には、油溜まり室 62 内の作動油が圧電アクチュエータ 14 を汚染するのを防止するために O リング 73 が設けられる。また、油溜まり室 7 をドレーン通路 2 に連通させるための通路は、ハウジング H 側壁から径方向に油溜まり室 7 に貫通穴を形成した後、盲栓 74 で閉鎖することにより形成される。

## 【0020】

シリンダ形成部材 H2 は、小径ピストン 18 の上部に縮径部を有し、小径ピストン 18 の上方への移動を規制するストッパ 61 を形成している。大小シリンダ H3、H4 は、この縮径部を介して連通しており、縮径部と小径ピストン 18 の間に形成される油圧室 A、および大径ピストン 17 との間に形成される油圧室 B によって変位拡大室 6 が形成される。変位拡大室 6 は、圧電アクチュエータ 14

の変位を油圧変換し、大小ピストン 1 7、1 8 の径差に応じて増幅して（例えば、大径ピストン 1 7 の変位の 2 ～ 3 倍）、小径ピストン 1 8 に伝達する。小径ピストン 1 8 の下端部は、シリンダ形成部材 H 2 の下方に形成されるスピル室 2 2 内に位置し、細径の先端部がドレーンポート 2 1 内に挿通されて弁体 5 2 に当接している。

## 【 0 0 2 1 】

大径ピストン 1 8 内には、軸方向に通路 7 2 が設けられ、通路 7 2 の上端はロッド 1 6 の基端部内に延びて T 字形に分岐し、油溜まり室 7 に開口している。通路 7 2 の下端は、大径ピストン 1 8 の下端面に開口し、大径ピストン 1 8 の下端に装着した逆止弁 8 を介して変位拡大室 6 に連通するようになっている。逆止弁 8 は、変位拡大室 6 の燃料がリーク等により減少した時に、油溜まり室 7 から変位拡大室 6 へ燃料を補充するためのもので、通路 7 2 の下端開口を閉鎖するフラット弁 8 1 と、フラット弁 8 1 を上方に付勢する皿バネ 8 2 からなる。これらフラット弁 8 1 と皿バネ 8 2 は、大径ピストン 1 8 の下端部外周に圧入固定される有底筒状のホルダ 8 3 内に収納保持される。ホルダ 8 3 底面には貫通穴 8 5 が設けられ、ホルダ 8 3 内空間と変位拡大室 6 の間で燃料は自由に流通する。

## 【 0 0 2 2 】

フラット弁 8 1 は、円盤状の薄板（厚さ：0. 1 ～ 0. 2 mm）の上下 2 箇所を平行に切り欠いたもので、中心にピンホール 8 4（直径：0. 0 2 ～ 0. 5 mm）を設けている。このピンホール 8 4 により、燃料噴射中に通電回路に異常が発生しても変位拡大室 6 の燃料を油溜まり室 7 へリークさせることができるため、燃料噴射を停止することができる。また、燃料噴射弁 V の組み立て後に、ピンホール 8 4 を介して変位拡大室 6 を容易に真空にし、燃料を充填することができるので、空気が残って不具合を生じることがない。

## 【 0 0 2 3 】

上記構成の燃料噴射弁の作動を説明する。燃料噴射の開始に当たって、圧電アクチュエータ 1 4 には、ドレーンポート 2 1 を開とするために十分な電圧（例えば 1 0 0 ～ 1 5 0 V）が印加される。圧電アクチュエータ 1 4 は電圧に比例した変位（例えば 4 0  $\mu$  m）を生じて、ピエゾピストン 1 5、大径ピストン 1 7 を同

じ変位量だけ下方に移動させ、変位拡大室 6 の油圧を上昇させる。この変位拡大室 6 の油圧上昇により小径ピストン 1 8 が下降し、弁体 5 2 をドレーンシート 5 3 から押し下げてリフトさせ、高圧シート 5 4 に着座させる。この時、弁体 5 2 のリフトは、圧電アクチュエータ 1 4 の変位に対しておよそ大径ピストン 1 7 と小径ピストン 1 8 の面積比（例えば 2 倍）だけ拡大される。

## 【 0 0 2 4 】

弁体 5 2 のリフトに伴ってドレーンポート 2 1 が開き、次いで高圧ポート 3 2 が閉じるために、弁室 5 1 の圧力が低下する。弁室 5 1 と連通する制御室 4 の圧力が低下し、ノズルニードル 1 2 に上向きに作用する燃料溜まり 3 1 の油圧力が、制御室 4 の油圧力およびスプリング 4 1 のバネ力に勝ると、ノズルニードル 1 2 がノズルシート 1 3 からリフトし、燃料の噴射が開始される。

## 【 0 0 2 5 】

燃料噴射の停止に当たっては、圧電アクチュエータ 1 4 の電荷を放出させることによってその電圧をゼロにする。この間に、圧電アクチュエータ 1 4 は、電圧印加時の変位量だけ収縮して元の長さに戻り、ピエゾピストン 1 5 がスプリング 7 1 に付勢されて上昇する。ロッド 1 6 によりピエゾピストン 1 5 と連結されている大径ピストン 1 7 もピエゾピストン 1 5 とともに上昇し、変位拡大室 6 の油圧を低下させる。変位拡大室 6 の油圧低下により小径ピストン 1 8 は、弁体 5 2 を高圧ポート 3 2 の高圧に逆らって高圧シート 5 4 に押し付ける力を失い、弁体 5 2 とともに上昇する。

## 【 0 0 2 6 】

弁体 5 2 が再びドレーンシート 5 3 に着座し、そのリフト位置が初期状態に戻ると、高圧ポート 3 2 が開き、次いで、ドレーンポート 2 1 が閉じるために、弁室 5 1 および制御室 4 の圧力が回復する。制御室 4 の圧力が上昇し、ノズルニードル 1 2 に下向きに作用する力が、燃料溜まり 3 1 の油圧力に勝ると、ノズルニードル 1 2 が降下して再びノズルシート 1 3 に着座し、燃料噴射を停止する。

## 【 0 0 2 7 】

ここで、本発明では、ドレーンポート 2 1 を開とするために圧電アクチュエータ 1 4 に必要なエネルギー E が、高圧ポート 3 2 を閉とするために圧電アクチュ

エータ14に必要なエネルギー $E'$ と同等かそれよりも大きくなるように、各部材を設計する。そして、圧電アクチュエータ14に供給するエネルギーを、ドレーンポート21を開とするために圧電アクチュエータ14に必要なエネルギー $E$ 以上に設定することにより、弁体52によってドレーンポート21を開くとともに高圧ポート32を確実に閉鎖することが可能となる。

## 【0028】

図2は、上記燃料噴射弁Vの構成を模式的に示す図で、圧電アクチュエータ14の変位を弁体52に伝達するための主な構成部材として、大径ピストン17、変位拡大室6、小径ピストン18が図示してある。ここで、弁体52によって開閉されるドレーンポート21のシート面積を $S_L$  ( $\text{mm}^2$ )、高圧ポート32のシート面積を $S_H$  ( $\text{mm}^2$ )、直径を $d_H$  (mm)、変位拡大室6の容積を $V$  ( $\text{mm}^3$ )、ドレーンポート21開の時の作動圧を $p$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )、高圧ポート32閉の作動圧を $p'$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )、変位拡大室6内の作動油の体積弾性率を $\gamma$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )、小径ピストン18の受圧面積を $s$  ( $\text{mm}^2$ )、直径を $d_s$  (mm)、大径ピストン17の受圧面積を $S$  ( $\text{mm}^2$ )、弁体52がドレーンシート53から高圧シート54に移動するためのリフト量を $L$  (mm)、高圧通路3の圧力(=コモンレールの圧力)を $P$  ( $\text{Kg}/\text{mm}^2$ )、圧電アクチュエータ14の変位を $\delta$ とする。この時、ドレーンポート21を開とするための力 $F$ は、下記式(1)で表される。

$$(1) F = S_L \cdot P = s \cdot p = s \cdot \gamma \cdot (S \cdot \delta / V)$$

また、この時、圧電アクチュエータ14に必要なエネルギー $E$ は下記式(2)のようになる。

$$\begin{aligned} (2) E &= 1/2 \cdot \delta \cdot S \cdot p \\ &= 1/2 \cdot (V \cdot S_L \cdot P / s \cdot \gamma \cdot S) \cdot S \cdot (S_L \cdot P / s) \\ &= 1/2 \cdot (S_L \cdot P / s)^2 \cdot V / \gamma \end{aligned}$$

## 【0029】

一方、高圧ポート32を閉とするための力 $F'$ は、下記式(3)で表される。

$$(3) F' = S_H \cdot P = s \cdot p' = s \cdot \gamma \cdot (S \cdot \delta' / V)$$

また、この時、圧電アクチュエータ14に必要なエネルギーE'は下記式(4)のようになる。

$$(4) E' = p' \cdot s \cdot L + 1/2 \cdot \delta' \cdot S \cdot p' \\ = S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$$

ここで、式(4)中、 $S_H \cdot P \cdot L$ は弁体52の仕事量、 $1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$ は圧力上昇仕事量を表す。

【0030】

これら式(1)～(4)から、 $E' \leq E$ を満足するための、 $S_L$ 、 $S_H$ 、 $V$ 、 $s$ 、 $L$ の関係は、下記式(5)のようになる。

$$(5) S_H \cdot P \cdot L + 1/2 \cdot (S_H \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma \\ \leq 1/2 \cdot (S_L \cdot P/s)^2 \cdot V/\gamma$$

従って、式(5)が成立するようにこれら $S_L$ 、 $S_H$ 、 $V$ 、 $s$ 、 $L$ の各値を設定すれば、ドレーンポート21を開とするためのエネルギーEが高圧ポート32を閉とするためのエネルギーE'以上となるので、高圧ポート32を確実に閉鎖できる。

【0031】

以下に、具体的な実施例を示す。例えば、高圧シート54の直径 $d_H = 0.5$  mm、コモンレールの圧力 $P = 2000 \text{ Kg/cm}^2 = 20 \text{ Kg/mm}^2$ 、弁体52のリフト量 $L = 0.03$  mm、小径ピストン18の直径 $d_s = 5$  mm、変位拡大室6の容積 $V = 5 \text{ mm}^3$ 、体積弾性率 $\gamma = 100 \text{ Kg/mm}^2$ とした時の、ドレーンシート53の直径 $d_L$ を求める。

高圧ポート32のシート面積 $S_H$ 、小径ピストン18の受圧面積 $s$ は、それぞれ次の式から算出される。

$$S_H = \pi/4 \cdot d_H^2 = \pi \times (0.5)^2 / 4 = 0.196 \text{ (mm}^2\text{)} \\ s = \pi/4 \cdot d_s^2 = \pi \times 5^2 / 4 = 19.6 \text{ (mm}^2\text{)}$$

そこで、式(5)にこれら値を代入すると、

$$0.196 \times 20 \times 0.03 + 1/2 \cdot (0.196 \times 20 / 19.6)^2 \\ \cdot 100 / 5 \leq 1/2 \cdot (S_L \cdot 20 / 19.6)^2 \cdot 100 / 5$$

となる。これより、ドレーンポート21のシート面積 $S_L$ 、さらにドレーンシ-

ト 53 の直径  $d_L$  は以下のように表される。

$$0.118 \times 0.001 \leq 0.026 \cdot S_L^2$$

$$S_L \geq \sqrt{(0.119 / 0.026)} = 2.14 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$d_L \geq \sqrt{(4 \times 2.14 / \pi)} = 1.65 \text{ (mm)}$$

【0032】

以上より、ドレーンシート 53 の直径  $d_L$  が 1.65 (mm) 以上となるように設定すれば、式 (5) が成立する。そして、ドレーンポート 21 を開とするためのエネルギー E 以上となるように圧電アクチュエータ 14 へ電圧を印加すれば、ドレーンポート 21 が開けば必ず高圧ポート 32 が閉鎖されるようにすることができる。よって、弁体 52 がシート間の不安定な位置に浮遊することがなく、確実な弁駆動が可能になるので、燃料噴射量の制御性が大きく向上する。また、弁体 52 が高圧シート 54 を確実にシールして燃料リークを防止するので、経年変化によるシートの磨耗等を防止し、信頼性が向上する。さらに、燃料噴射弁の出荷時に、弁体 52 の作動をチェックしてシートに完全に着座可能であることを確認する必要があるが、上記構成では、弁体 52 がドレーンポート 21 が開となれば必ず高圧ポート 32 が閉鎖されるので、弁体 52 がリフト可能かどうかだけを確認すればよく、出荷時のチェックが簡易になる。

【0033】

上記実施の形態では、圧電アクチュエータを用いたが、これに限るものではなく、同様に通電により変位を発生する磁歪素子を用いた磁歪アクチュエータを用いてもよい。また、制御弁として 3 方弁を用いる必要はなく、2 方弁等、他の方式でノズルニードルを開閉させる構成でもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態における燃料噴射弁の全体構成を示す断面図である。

【図 2】

第 1 の実施の形態における燃料噴射弁の概略構成を示す模式的な図である。

【符号の説明】

H ハウジング

B 1 バルブボディ

1 油圧制御弁

1 1 噴孔

1 2 ノズルニードル

1 3 ノズルシート

1 4 圧電アクチュエータ

1 5 ピエゾピストン

1 6 ロッド

1 7 大径ピストン

1 8 小径ピストン (ピストン部材)

2 ドレーン通路 (低圧通路)

2 1 ドレーンポート

2 2 スピル室

3 高圧通路

3 1 燃料溜まり

3 2 高圧ポート

4 制御室

5 3方弁

5 1 弁室

5 2 弁体

5 3 ドレーンシート

5 4 高圧シート

6 変位拡大室 (油圧室)

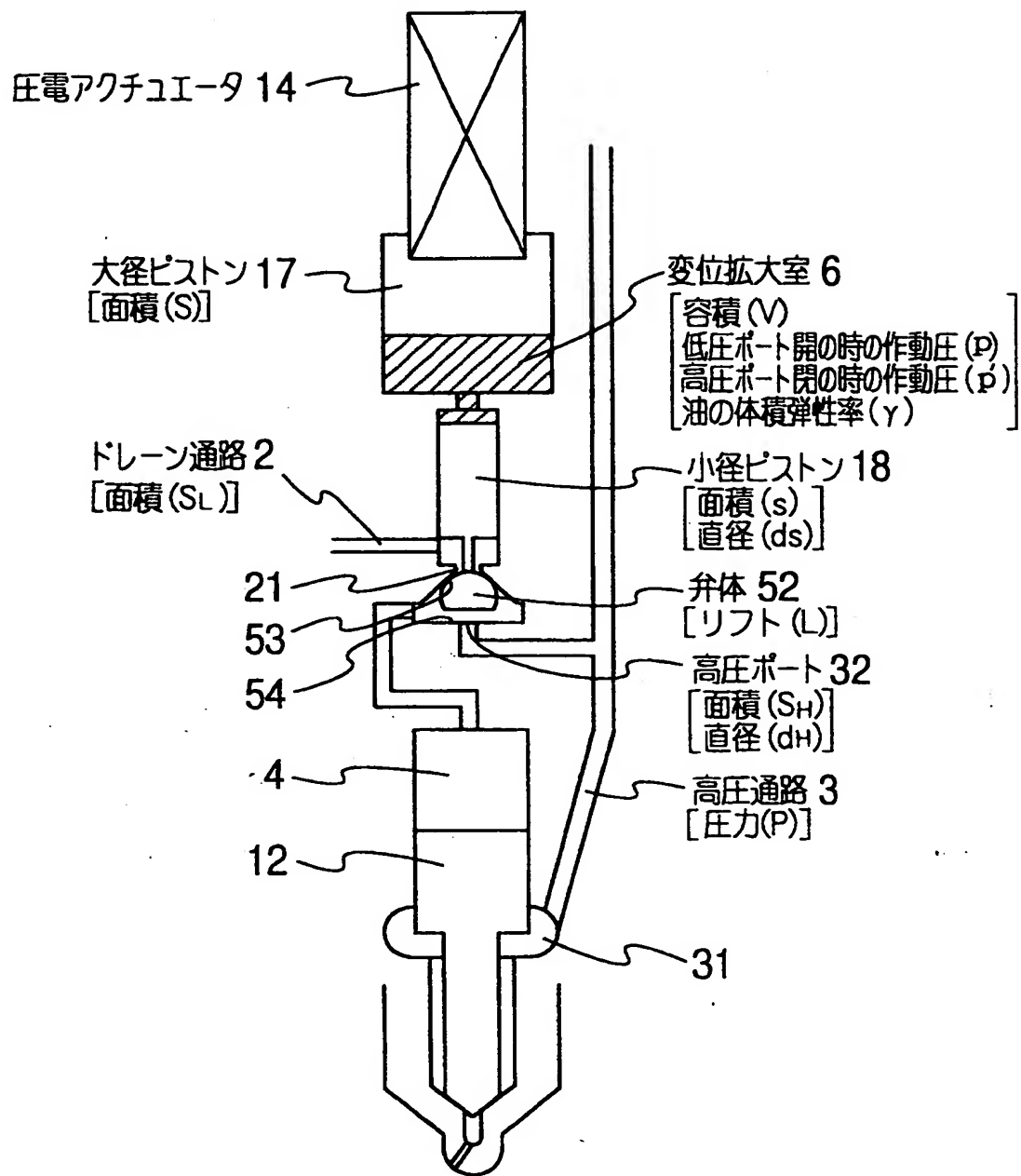
7 油溜まり室

8 逆止弁





【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 圧電アクチュエータを用いた油圧制御弁において、弁体が中間の不安定な位置に浮遊したり、高圧ポートのシートとの間に隙間を生じたりすることがなく、確実な弁駆動を可能にして、信頼性を向上させる。

【解決手段】 圧電アクチュエータ 1 4 の変位を大径ピストン 1 7、変位拡大室 6、小径ピストン 1 8 を介して拡大し、弁体 5 2 を駆動して高圧通路 3 に連通する高圧ポート 3 2 とドレーン通路 2 に連通する低圧ポート 2 1 のいずれか一方を選択的に閉鎖する。油圧制御弁 1 は、アクチュエータ 1 4 にエネルギーを供給した時に低圧ポート 2 1 を開いて高圧ポート 3 2 を閉じ、エネルギーを放出した時に高圧ポート 3 2 を開いて低圧ポート 2 1 を閉じる構成で、低圧ポート 2 1 を開く時に必要なエネルギーを、高圧ポート 3 2 を閉じる時に必要なエネルギーとい同等ないしそれより大きくすることによって、高圧ポート 3 2 を確実に閉鎖する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日	1996年10月 8日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名	株式会社デンソー